

I L M E N I T A

José Epitácio Passos Guimarães (1)

MINERALOGIA:

A ilmenita ou menaccanita possui larga distribuição na natureza como constituinte acessório das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares. Seu nome origina das localidades de ocorrência típica, Monte Ilmen em Miask, nos Urais, e areias de Menaccan, Connwall. Suas propriedades mineralógicas podem ser resumidas nas seguintes:

Côr — Preta com brilho submetálico à metálico. É sempre opaca em lâminas delgadas. Magnética.

Côr do pó — preto à marron avermelhado;

Peso específico — 4,5 a 5

Dureza — 5 a 6

Fratuza — conchoidal

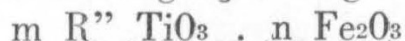
Cristalização — pertence ao sistema hexagonal, grupo da fenacita. Suas formas dominantes são as de habitus tabular, lamelar e granular.

Estrutura — é usualmente encontrada sob as formas maciça, compacta e granular, disseminadas no corpo da rocha. Aparece, frequentemente, associada a magnetita ou hematita, das quais é diferenciada pela sua tendência a produzir “leucoxenio”, como produto de alteração.

Composição Química — A composição química da ilmenita tem sido objeto de discussões; tendo sido, a princípio, representada pela fórmula molecular correspondente ao sesquióxido de titânio e ferro — $(\text{Fe}, \text{Ti})_2\text{O}_3$ — isomorfo da hematita. Segundo Dana pode ser considerada como titanato de ferro — FeO, TiO_2 — o magnésio podendo substituir o ferro

(1) Eng. de Minas e Metalurgista do Instituto Geográfico e Geológico de S. Paulo.

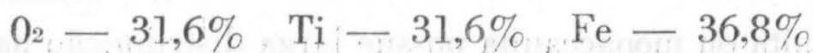
ferroso — $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O}, \text{TiO}_2$ —. Thornton, mas explicito, a considera, teoricamente, como um titanato ferroso — FeTiO_3 — isomorfo com a pirofanita — MnTiO_3 — e geikielita — MgTiO_3 —. Como as análises, em sua maioria, não correspondem a esta designação surge uma formula mais geral:



onde $\text{R}'' = \text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Ca}$.

Algumas amostras revelam Al, Cr, Sn, Ni, Va e P, em pequenas porcentagens.

A composição teórica, para FeTiO_3 , nos dá os seguintes teores:



OCORRÊNCIAS TÍPICAS:

A ilmenita é encontrada comumente associada a magnetita e seus depósitos, de interesse econômico, podem ser grupados em duas classes:

- 1) — o minério ocorre “in situ”
- 2) — o minério ocorre como “areia”

1) *Ocorrência “in situ”*: A ilmenita é um dos primeiros produtos de consolidação dos magmas e está presente em quasi tôdas diabases, basaltos e gabros e nas demais rochas pobre em sílica. Também ocorre como mineral acessório das rochas ígneas e metamórficas, tais como granito, sienito, diorito, gnais e xistos. Os depósitos de ilmenita, nos quais se apresenta com uma micro estrutura correspondente a um intercrescimento complexo de ilmenita, magnetita, rutilo e hematita, são colocados em 3 feições estruturais:

a) *Disseminação* — O mineral ocorre distribuído na rocha, como elemento acessório. É o caso das rochas básicas e de determinados granitos, gnaisses e xistos. Não apresentam, estes depósitos, interesse prático, a não ser como possível origem de areias ricas em ilmenita.

b) *Corpos irregulares*: — O minério forma massas irregulares ou alinhamentos estreitos e longos na superfície da rocha. São depósitos típicos de diferenciação magmática. Nestes magmas diferenciados a ilmenita e magnetita se cristalizam, em regra geral, após dos silicatos, posto que pequenas porcentagens de titânio e ferro fiquem retidas no residuo magmático. A sequência de cristalização é: silicatos ferromagnesianos, espinelios, ilmenita e magnetita. Brun acredita que a temperatura de cristalização está próximo ao ponto de fusão da ilmenita (1.450°C). Vogt mostrou que no caso das rochas básicas a concentração de óxido de ferro

se dá juntamente com as de titânio, cromo e vanádio; os óxidos de cálcio e magnésio se reduzem. O baixo teor em sílica acarreta a cristalização da alumina e magnésia como corindom e espinélio. Pequenas porcentagens de enxofre e fósforo são presentes. São exemplos típicos as ocorrências:

I) Adirondacks, Elizabethtown, E. U. Relacionados a um gabro, o minério é constituído por uma mistura de magnetita e ilmenita com um máximo de 15% de TiO_2 . Depósito é avaliado em milhões de toneladas e o minério contém plagioclásio, piroxênio, olivina, hornblenda, granada, pirita, apatita, espinélio, quartzo e baixo teores de fósforo e enxofre. O minério apresenta teor elevado em vanádio.

II) Ekersund, Noruega. Ocorrência no norito e anortosito com possança de 30 a 70 metros e 3.000 de comprimento. O minério consta de 21% de plagioclásio, 41% de hiperistênio, e 38% de ilmenita.

III) Taberg, Suécia. Taberg é um monte com 120 metros de altura. Próximo ao centro a ilmenita e magnetita concentram-se e formam u'a massa de minério com a olivina, biotita, e plagioclásio, com cerca de 6% de TiO_2 .

IV) Roseland, Tye River, Estados Unidos. Relacionado ao sienito, sendo o minério constituído de porcentagens iguais de rutilo e ilmenita. Esta ocorrência pertence a American Rutile Company e está sendo operada desde 1.900.

c) *Diques*: — Separada durante uma diferenciação profunda e refundida, quasi pura ilmenita pode ser injetada na rocha regional, usualmente anortosito. Ilustram esta modalidade estrutural as seguintes ocorrências:

I) St. Urbain, Quebec, Canada — A ilmenita apresenta-se inter-crescida com a especularita e o minério contém rutilo, safirina, andesina, biotita e espinélio.

II) Wyoming, Iron Mountain, Estados Unidos. — O dique possui 90 metros de possança com 23,5% de TiO_2 . O minério contém piroxênios, olivina, espinélio e magnetita. Contém 0,48 — 0,71% de V_2O_5 .

III) Piney River, Virginia, Estados Unidos — O dique, constante de uma rocha, denominada nelsonita, é encaixado por xistos e nelsonita a hornblenda e possui a possança média de 80 metros numa extensão de 1 quilómetro. A rocha acusa 18,5% de TiO_2 .

2) *Ocorrência como areia*: — O material clástico resultante da decomposição e desagregação de rochas com alto teor em TiO_2 , carregado pelas águas drenadas e pluviais, ao chegar ao mar, recipiente final, é aí depositado, triturado e movimentado pela ação de fluxo e refluxo das águas.

do mar. Resulta, pela moagem natural, uma areia de grã fina, a qual sofre uma concentração, sendo libertada dos constituintes de menor peso específico pelos movimentos contínuos da água. O material de maior peso específico, constituído de ilmenita, magnetita, monazita, granada, etc, dão origem aos depósitos conhecidos vulgarmente por "areias preta". Das ocorrências típicas destacam-se aquelas situadas na região de Travancore, India. Os Estados Unidos é o maior comprador, como líder da produção de óxido branco de titânio, da ilmenita indiana. As importações elevaram-se de 30.000 toneladas em 1930 para 152.000 em 1937. As porcentagens de zirconita, monazita e ilmenita variam consideravelmente ao longo da costa de Travancore. Dois grandes depósitos eram explorados em 1938, o mais importante deles próximo a Quilon sendo trabalhado por 2 concessionários, F. X. Pereira & Co. e Travancore Minerals Co. A segunda fonte são os depósitos de Colachel, ao sul de Quilon, porém o minério é de mais baixo teor que o primeiro e é de concessão da firma Inglesa Hopkins and Willians. A ilmenita da área de Quilon é a mais rica em TiO_2 dos depósitos comerciais do mundo. A composição média de 8 embarques para a Foote Mineral Co., é a seguinte:

TiO_2	.....	60,35%
Fe	.....	22,60%
SiO_2	.....	0,41%
S	.....	0,01%
P	.....	0,03%

Os depósitos constituem praias e dunas ao longo do cordão litoreano no sudoeste da Índia. Ocorrências semelhantes, porém de menor importância, são aquelas de St. Laurence River (Canada), Columbia River (Oregon — Estados Unidos), Piper River (Australia).

As mais importantes reservas do Japão são as situadas em Kyu-Shu e Hokkaido, avaliadas em 10 bilhões com os seguintes teores:

Fe	.....	20 - 30%
TiO_2	.....	8 - 12%
V_2O_5	.....	0,6%

As ocorrências da praia de Necochea, na Argentina, são mencionadas como constantes de 24,76% de ilmenita e 29,22% de magnetita.

Os depósitos de Pablo Beach, Flórida, Estados Unidos, contem zirconio, rutilo, ilmenita, monazita. As maiores concentrações atingem as seguintes dimensões: comprimento — 3.000 m; largura — 21 m; espessura — 70 cm. Cerca de 16% da areia é constituída de minerais pesados,

com predominância, em ordem decrescente, ilmenita, zirconio, epidoto, rutilo, staurolita, monazita, cianita, espinelio, granada, corindon, etc. Seu rendimento foi avaliado em:

8,6% de ilmenita
 1,2% de zirconita
 0,6% de rutilo
 0,2% de monazita

PRODUÇÃO MUNDIAL DE ILMENITA (toneladas)

	1933	1934	1935	1937	1938	1939	1940
Índia	50.830	76.858	129.090	182.142	256.268	—	—
Noruega	23.213	23.306	37.984	84.209	62.724	55.027	—
Malaia	204	51	2.540	6.290	6.462	11.098	2.596
Canadá	—	1.835	2.076	3.836	188	3.351	—
Austrália.....	559	—	—	678	462	—	—
Senegal	370	490	1.250	3.075	8.436	—	—
Portugal	645	434	264	1.456	568	409	399
Brasil	96	116	—	234	317	10	12

No ano de 1941 o Brasil entrou no mercado com 1% da importação americana (2.621 toneladas).

ILMENITA NO BRASIL:

Os depósitos brasileiros que se encaixam no primeiro tipo de ocorrência não apresentam interesse econômico no campo da técnica atual. A título de ilustração cita-se os minérios de Limoeiro (Pernambuco) com 15,8% e até 22% de TiO_2 , Cangati (Ceará) com 16 a 25% de TiO_2 , Palmeira dos Índios (Alagoas), constituído por magnetita altamente titanífera. No Estado de São Paulo nas conhecidas jazidas de magnetita de Ipanema e Jacupiranga o óxido de titânio presente acha-se ligado ao óxido de ferro, formando, ou uma mistura íntima com a magnetita, ou laminais paralelas às faces do octaedro de magnetita. Algumas amostras do minério de Jacupiranga revelam teores da ordem de 16,6% em TiO_2 e as de Ipanema contêm cerca de 3 a 4% de TiO_2 . Estas ocorrências constituem massas lenticulares na rocha piroxenica e apatítica. Em Jacupiranga a diferen-

ciação magmática é claramente revelada pela sua relação com os ijolitos e jacupiranguitos. Possui uma reserva à vista de mais de 2 milhões de toneladas segundo dados constantes em obras citadas.

A ilmenita, posto que escassa, está presente no minério de Antonina (Paraná). As lamelas de ilmenita acham-se incluídas nos planos de clivagem da magnetita e somente são perceptíveis após ataque com ácido clorídrico. As jazidas de minério de ferro em Anitapolis, no paralelo de Florianópolis, são constituídas de magnetita tendo, em média, alta percentagem de anidrido titanico e sílica.

As ocorrências brasileiras que constituem fonte de ilmenita para o mercado interno e externo são depósitos, formados por processos mecânicos de transporte e concentração, resultantes da desagregação e decomposição de corpos de rocha que continham ilmenita, magnetita, monazita, granada, zirconita e quartzo entre os constituintes. Estão locados quasi sempre dentro da feição geológica e geográfica da faixa litoreana. De menor importância são aquelas relacionadas aos nossos cursos de água doce, como os aluviões do Rio das Mortes, afluente do Rio Parapanema. Os cascalhos auríferos de Ouro Fino, Apiaí, Estado de São Paulo, contêm um teor de 30% em ilmenita, resultante da decomposição de um amfibólito. Ocorrências idênticas são conhecidas no Espírito Santo nos municípios de Alfredo Chaves, Benevente e Guarapari, porém carecem de interesse econômico.

São os depósitos do litoral dos Estados do Espírito Santo, Baía e São Paulo que merecem ser considerados como fonte de ilmenita no Brasil. No futuro, quando maior for a procura de ilmenita em nosso mercado, é possível que novas áreas interessantes sejam reveladas no Brasil.

a) *Depósitos na Costa Sul da Baía.*

Thornton cita que a costa baiana constitui um grande potencial de suprimento de ilmenita, obtida como sub produto na concentração da monazita. Ao professor Henrique Gorceix devemos a revelação da importância econômica das praias da Baía. As primeiras pesquisas, visando a monazita, datam de 1895. Inicialmente só os concentrados de monazita eram exportados numa base de £ 30 a tonelada. Posteriormente, até 1933, foram feitas exportações de ilmenita e zirconita que constituíam cerca de 40% dos concentrados obtidos em "dalas". A ilmenita ocorre, aí, associada à monazita, granada, zirconita, quartzo e magnetita, concentrados pela ação das vagas nas praias, nos estuários de alguns rios e nas margens de algumas lagoas costeiras. As demais ocorrências, que não ligadas à feição litoreana, não possuem interesse econômico.

Sua genese está relacionada aos granitos laurencianos, gnaisses arqueanos e reconcentrações dos minerais das "barreiras". Estes sedimentos são formados principalmente de argilas e estão assentados diretamente sôbre rochas granito-gnaissicas e outras primitivas, e ainda mais, são formados a custa de seus elementos. Os principais jazigos do litoral, relativamente à ilmenita, são os de Porto Seguro e do Prado. No quadro abaixo estão análises, citadas por O. Leonardos, realizadas no Laboratório Central da Produção Mineral.

COMPOSIÇÃO, EM EM PORCENTOS, DE AREIAS DO LITORAL DA BAÍA

	PORTO SEGURO		PRADO	
	Toque-Toque	Porto Seguro	Ponta da Paixão	Ponta da Barreira
Ilmenita	20.7	11.1	42.66	10.66
Monazita	55.0	76.1	50.39	80.59
Zirconita e Quartzo	24.3	12.8	26.26	8.42

Outras ocorrências em Alcobaça, Caravelas, etc. possuem baixo teor em óxido de titânio.

b) *Depósitos na Costa do Espírito Santo*

A faixa litorânea que vai do sul do Estado da Baía ao sul do Estado de Espírito Santo constitue, sem dúvida alguma, a principal fonte de areias ilmeníticas e monazíticas do Brasil. Esta faixa é constituída por formação terciária, denominada Série das Barreiras, e gnaiss arqueano. A gênese dos depósitos, segundo E. F. Rocha, está ligada a decomposição e concentração das "barreiras", com contribuição dos granitos e gnaiss da região. Derby, também, responsabilisa certos granitos e gnaiss como responsáveis pela presença de monazita e ilmenita em determinadas camadas das "barreiras". São portanto estas camadas matrizes secundárias dos depósitos de monazita, ilmenita, zirconita e granada. Uma amostra de cor vermelha, colhida pelo autor citado em Guarapari, revelou a seguinte composição mineralógica:

Minerais pesados	0,4%
Quartzo e feldspato	53,0%
Argila	46,6%

As areias ilmeníticas do Espírito Santo foram, no período da Guerra Mundial, intensamente exploradas para atender os pedidos do mercado norte americano. A ordem de grandeza das ocorrências mais importantes é sintetizada no quadro abaixo (dados extraídos do artigo "Areias Ilmeníticas no Brasil" do Eng. José Miranda).

MUNICÍPIO	LOCAL	RESERVA (tonelada)	COMPOSIÇÃO
GUARAPARÍ	PRAIA DO DIOGO	23.353	Sílica 4,9% Magnetita .. 0,3% Zirconita ... 11,7 Monazita ... 4,35% Ilmenita com granada (43,59%TiO ₃) 78,81%
ANCHIETA	PRAIA MÃE BÃ	150.000	Monazita ... 60,0% Ilmenita 40,0%
ANCHIETA	PRAIA OURIÇOS	95.000 m ³	Ilmenita 65,0% Monazita ... 15,0% Zirconita e impurezas .. 20,0%
ICONHA	PONTA DO CAJÚ	240.000 m ³	Ilmenita 60 a 70% Monazita ... 10 a 12% Zirconita e impurezas .. 20,0%
ICONHA	PIUMA	55.000	Monazita ... 5,0% Ilmenita 83,0% Zirconita e impurezas .. 12,0%
VITÓRIA	CARAPEBUS	48.480	Ilmenita 11,0% Monazita ... 0,5% Quartzo 82,5%

O minério, em regra geral, é beneficiado por meio de lavagem em dalas. Instalações mais completas, incluindo separador eletro magnético, foram montadas por diversas firmas concessionárias. Nestes engenhos consegue-se ter concentrados de ilmenita com a seguinte composição:

TiO ₂	72,7%
FeO	23,6%
SiO ₂ (livre)	0,3%
SiO ₂ (combinada)	3,4%

c) *Depósitos no Estado do Rio de Janeiro*

Em Sapucaia, no vale do rio Paraíba, já houve uma tentativa de exploração de areias contendo ilmenita e monazita. Uma das causas do fracasso da iniciativa é atribuída ao baixo teor do minério. O concentrado somente titulava 44% ou menos de TiO_2 . Noticia-se um depósito de mais de 11.000 toneladas com ilmenita e certa porcentagem de monazita nas proximidades de Cabo Frio, praia de Massanduba. Ocorrências importantes se localizam no Município de São João da Barra, distrito da Ponta da Barrinha. Segundo dados divulgados a reserva é da ordem de 229.000 toneladas, tendo uma amostra do local acusado os seguintes teores:

TiO_2	.....	50,8%
FeO	.....	31,5%
SiO_2	.....	1,12%

d) *Depósitos do litoral de São Paulo*

As principais ocorrências do litoral paulista estão localizadas na faixa norte do Estado e, ao meu vêr, constituem junto com os depósitos do Espírito Santo as mais promissoras reservas de ilmenita no Brasil.

Pela sua possança distinguimos as seguintes:

a) Praia Preta, Mocóca, Cocanha. (Município de Caraguatatuba).

Os estudos do autor permitiram concluir que a rocha matriz dos depósitos citados, é o gnais arqueano que constitui a rocha predominante na região.

Um concentrado, mediamente magnético, obtido por separação eletromagnética do gnais britado e moído, acusou um teor de 4% em TiO_2 .

O minério da praia Mocóca é mais pobre que o da Praia Preta e Cocanha, tendo as composições seguintes:

	PRAIA COCANHA	PRAIA MOCOCA	PRAIA PRETA
Ilmenita	82,0%	65,2%	75,0%
Magnetita	1,7%	0,7%	1,2%
Granada, Zircônia, biotita e quartzo	17,3%	34,1%	23,8%
Cubagem	27.000 t	12.000 t	400 t

Constituem os maiores depósitos de areia ilmenítica do Estado de São Paulo, particularmente pela sua pureza.



Fig. 1 — Praia Preta

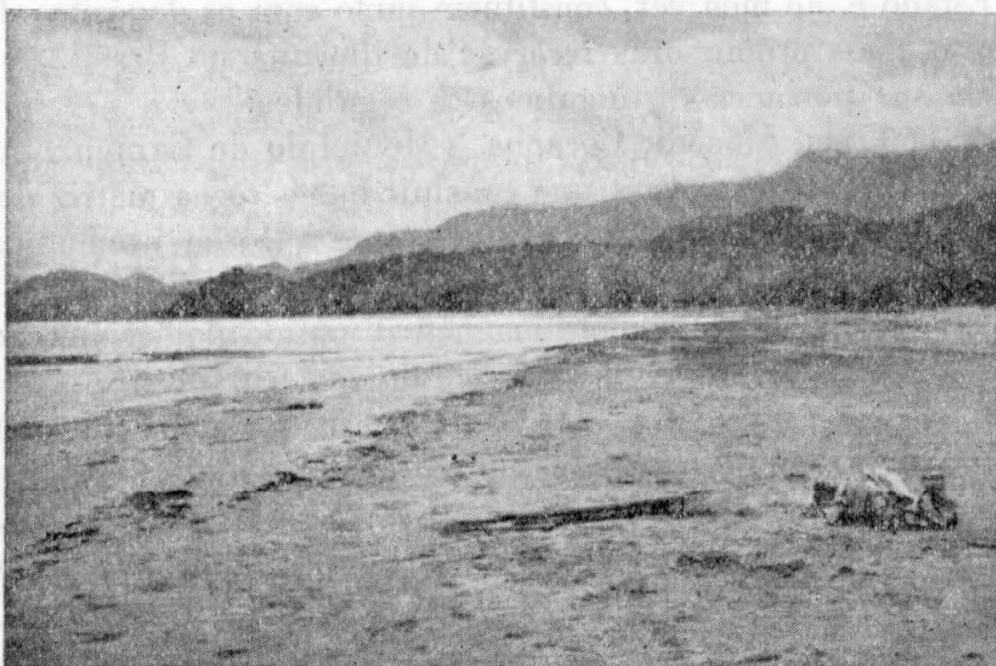


Fig. 2 — Praia Mocóca

b) *Ocorrências na Ilha de São Sebastião*

Estes depósitos estão todos relacionados ao maciço de rochas alcalinas da Ilha, um dos mais importantes em área no Brasil. As principais ocorrências encontram-se na praia das Enxovas, praia Cabaraú, Castelhan

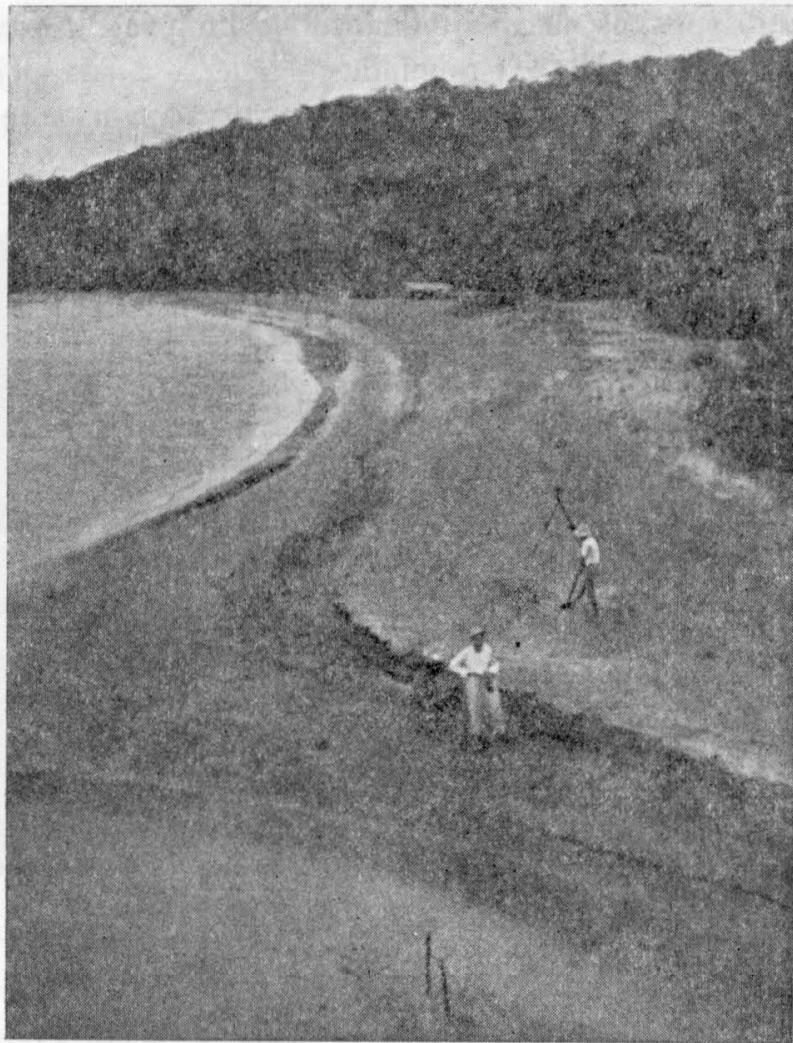


Fig. 3 -- Praia Cocanha

e praia do Veloso. Pequenas manchas de ilmenita são encontradas na Ponta das Canas, ao norte da Ilha. As areias ilmeníticas distinguem-se nas diversas praias, por um pequeno teor em zircônio, granada, turmalina, monazita e é característica a alta porcentagem de magnetita.

	Ilmenita	Magnetita	Tailing
PRAIA DA ENXOVAS	23,9%	38,8%	37,3%
PRAIA DO CASTELHANO	24,0%	42,0%	34,0%
PRAIA CABARAÚ	42,2%	56,88%	0,93%
PRAIA VELOSO	58,3%	28,80%	12,90%

Os maiores depósitos da Ilha, como o das Enxovas, são calculados em cifras que não atingem 10.000 toneladas, cada, e a sua origem implica um grande teor de magnetita que torna obrigatório o uso de eletro-ímãs para obtenção de concentrados.



FIG. 4. — Praia das Enxovas.

c) *Praia da Juréa*

Situada no litoral sul do Estado, a praia da Juréa estende-se desde a fóz do Rio Ribeira até a Serra da Juréa. A região é constituída de sedimentos quaternários e suas pontas são de gnais, orientado 65°NE. A zona de maior enriquecimento acha-se situada entre a ponta da Juréa e as proximidades do Porto Prelado. A possança das camadas é da ordem de 15 cm, com largura variável de 20 a 30 metros. Não existe dados a respeito da quantidade de minério deste depósito que se estende por 4 kms. O minério é composto de:

Ilmenita	58,0%
Magnetita	2,5%
Quartzo, zirconita, monazita, granada e cassiterita	39,5%

d) *Ocorrências diversas*

Depósitos de menor vulto se localizam ao longo do litoral de São Paulo, nos seguintes pontos:

- I) Picingaba, ao norte de Ubatuba, com 42,2% de TiO_2 .
- II) Porto Novo, ao sul de Ubatuba, com 25,7% de TiO_2 .
- III) São Francisco, ao norte de São Sebastião.
- IV) Enseada da Bertioga, ao norte de Santos.
- V) Praias de Guarujá, na estância do mesmo nome.
- VI) Ponta do Itacurussá, Ilha do Cardoso.

Na face éste desta ilha encontra-se uma camada de areia negra orlando a praia numa extensão de 200 metros. Contêm magnetita, ilmenita, zircônia e escassa monazita. Segundo O. Leonardos este depósito, com 15 cms. de possança, tem como rocha matriz os filitos, da Série da Ribeira, que constituem a ponta Itacurussá.

BENEFICIAMENTO DE AREIAS ILMENITICAS:

Um tratamento prévio, baseado na grande diferença de densidade existente entre o grupo de minerais pesados e o quartzo, permite a obtenção de um concentrado. Esta operação prévia é simples e tanto dalas como mesas oscilantes se prestam para a separação. Em muitos casos, como o minério da Praia da Juréa e Mocóca, um simples peneiramento permite uma grande concentração de minerais pesados. Em regra geral os minerais pesados presentes na areia são:

Ilmenita com densidade	.....	4,5 a 5
Monazita " "	.....	4,9 a 5,3
Magnetita " "	.....	5,1
Zircônia " "	.....	4,7
Granada " "	.....	4

O pequeno intervalo de variação de densidade não permite, na maioria dos casos, que o concentrado obtido na operação anterior seja o final. Necessário se torna, baseado na diferença de atratibilidade magnética destes minerais a utilização de separadores eletro magnéticos. O quadro abaixo elucida bem o comportamento dos diferentes minerais presentes em areias ilmeniticas.

MINERAL	ATRATIBILIDADE RELATIVA
Ferro (padrão)	100
Magnetita	40,18
Ilmenita	24,70
Zirconita	1,01
Granada	0,40
Quartzo	0,37

Após de seco submetido a um separador Wetherill tipo alta intensidade, os produtos são:

Magneto baixa intensidade — magnetita.

Magneto alta intensidade:

- 1.º Polo — ilmenita, hematita;
- 2.º Polo — granada, apatita, turmalina, olivina, epidoto.
- 3.º Polo — monazita com pequenas porcentagens de zirconio, rutilo, epidoto;
- 4.º — pequenos cristais de monazita não magnético — zirconita, rutilo, ouro, quartzo, feldspato, etc.

O ouro, zirconio e rutilo pode ser separado do tailing em mesas oscilantes.

Esta operação permite a separação perfeita dos minerais, tendo-se concentrados com teores médios de 50% de TiO_2 e recuperações da ordem de 96 a 98%. Os modernos separadores Exolon, Stearns comportam tratamento de grande tonelagem, com recuperação superior aos primitivos aparelhos.

Modernamente consegue-se, por métodos de flutuação, resultados comparáveis com os obtidos por concentração em "mesa" e electro-imã. O circuito sendo acido há o aumento da ação seletiva do coletor para a ilmenita. A diferença de flotabilidade entre a ilmenita e a granada, e diversas outras gangas minerais, é muito pequena.

Damos abaixo uma série de análises de areias ilmeníticas algumas delas representando concentrados:

	TRAVANCORE		MALAIA	SENEGAL	SÃO SEBASTIÃO	NORUEGA	PINEY RIVER	ROSELAND	ESPÍRITO SANTO	CARAGUATA-TUBA	BAIA
	QUILON	M. K.									
TiO ₂	60,3	53.56	51.7	54.7	31.2	36.98	44.3	51.4	51.34	38.9	21.8
FeO	9.7	26.71	38.5	7.1	31.3	32.82	35.9	37.8	44.01	—	20.0
Fe ₂ O ₃	24.8	14.17	3.8	30.1	29.7	22.99	13.8	1.54	0,30	44.2	1.3
SiO ₂	1.4	1.53	1.0	1.31	4.0	0,62	2.0	4,6	1.55	4.0	16.0
Al ₂ O ₃	—	1.11	—	0.5	traços	0.59	1.2	0.55	—	traços	1.5
P ₂ O ₃	0.17	0.20	0.09	0.14	ausente	0.06	1.01	0.17	—	ausente	13.5
ZrO ₂	—	—	—	2.37	ausente	—	—	—	—	traços	10.2
MgO	—	1.01	0.21	0.89	2.5	3.04	0.07	2.35	—	traços	—
MnO	—	0.38	3.15	1.32	1.0	0.25	0.52	0.70	—	traços	—
CaO	—	—	—	0.1	traços	0.10	0.15	0.59	—	traços	—
V ₂ O ⁵	0.26	0.03	0.04	0.27	ausente	0.476	0.16	0.07	—	ausente	—
Cr ₂ O ⁵	0.14	0.09	0.02	0.23	ausente	0.065	0.07	—	—	ausente	—
SO ₃	—	—	0.05	—	—	0.40	—	—	—	ausente	—

Os concentrados com 45-55% de TiO₂ cotados a U. S \$10,00 — \$ 12,00 a “long ton” em 1939 passaram a U. S \$ 18,00 — \$ 20,00 em 1940, com a dificuldade de transporte. Mais tarde atingiram o alto preço de U. S \$ 28,00 — \$ 30,00 f. o. b. porto do Atlantico.

APLICAÇÕES DA ILMENITA

O principal uso para ilmenita, grandemente desenvolvido nos últimos anos, é a fabricação do pigmento do óxido de titânio. O óxido de titânio tem um alto índice de refração, da ordem de 2,5 a 2,9, quando puro e pulverizado produz um pó branco de grande opacidade. Esta é 3 vezes maior que a do óxido branco de chumbo e 2 vezes que o óxido de zinco. A mistura do óxido de titânio e outras bases opacas são feitas. Assim o “Titanox” que contém 25% de TiO₂ e 75% de BaSO₄, o “Titanium-calcium” com 30% de TiO₂ e 70% de CaSO₄. Misturas de litopona e óxido

titanio, assim como o óxido puro, são empregados em obras de luxo e em superfícies que exijam uma certa elasticidade. No comércio encontra-se, além do óxido puro, diversos tipos de pigmentos baseados no óxido de titânio.

A Du Pont Company, além do "Ti-Pure", tem no mercado os seguintes produtos: "Ti-Bar", "Ti-Cal" e "Ti-Sil", combinações do óxido com sulfato de bário, sulfato de cálcio e silicato de magnésio.

Além de sua grande opacidade, apresenta o óxido de titânio inúmeras outras vantagens, tais como: 1) ser inerte, 2) não é manchado por fumos que contenham enxofre, 3) não é venenoso, 4) pequeno peso específico — 3,9. Presentemente é cotado a U. S \$ 0,15 a libra.

Encontra o pigmento branco de titânio e seus sais, emprego nas indústrias de tintas, cremes para face, papel, tecidos, linóleo, seda artificial, borracha, tintas para escrever e pintura, lacas, etc. O "Industrial Minerals and Rocks" cita os seguintes centros de produção, no mundo: Estados Unidos, Inglaterra (Imperial Chemical Industries), França, Itália (Montecatini), Tchecoslováquia, Noruega, Alemanha (I. G. Farben), Rússia, Austrália e Japão (Titan Kogyo Kabushiki Kaisha). O ferro cianeto de titânio é empregado como pigmento verde em substituição aos venenosos sais de arsênico.

A ilmenita, principalmente, tem sido usada no fabrico de ligas, como o "ferro-titânio" e "ferro carbono titânio", a primeira obtida em fornos elétricos ou por processo de aluminotermia e a segunda em forno elétrico Rossi.

As composições típicas destas ligas é abaixo apresentada:

	Fe-C-Ti	Fe-Ti
Ti	15,79%	25,0%
Fe	74,30%	68,0%
C	7,46%	—
Si	1,41%	1 a 1,5%
Al	0,08%	5 a 6%
Mn	0,11%	—
S	0,08%	0,01%
P	0,05%	0,05%

São usadas, baseado nas suas grandes afinidades para o O_2 e N_2 , como desoxidante e desazotante na metalurgia do aço.

O óxido de titânio e a ilmenita têm sido usados no revestimento de fornos de puddlage. Outras aplicações são encontradas na indústria de abrasivos, pedras preciosas sintéticas, cimento, filamentos para lâmpadas elétricas e tetra cloreto de titânio para cortinas de fumaça.

CONCLUSÕES:

Evidencia-se que, com a exportação de areias ilmeníticas, lesamos o patrimônio mineral do Brasil. Necessário se torna que os capitais nacionais voltem suas atenções para este ramo, bastante recompensador, da indústria mineira. Temos notícias da instalação em São Paulo da primeira indústria sul americana de óxido branco de titânio, que pelo seu significado deve merecer as simpatias do povo e governo do Brasil. Que outras iniciativas, neste gênero, se instalem, pois as nossas reservas permitem.

LITERATURA CONSULTADA

- Industrial Minerals and Rocks — A. I. M. E. — 1937
Non-Metallic Minerals — Ladoo
Hand book of Ore Dressing — Taggart
Titanium — Thornton
Mineral Deposits — Lindgren
Introductory Economic Geology — Tarr
Text book of Mineralogy — Dana
Ilmenite — The Du Pont Magazine — Vol. 33.
Titanium — A growing Industry — Otto Herres — Mining and Metallurgy
— vol. 27 n.º 427.
Zircon, Ilmenite and Monazite — Gordon Chambers — Chemical Industries
— vol. 45 n.º 1
Monazita no Estado da Baía — Othon H. Leonardos — Avulso n.º 23 — D.N.P.M.
O Titânio na Costa do Espírito Santo — S. Fróes de Abreu — Ministério da
Agricultura.
Os minérios não metálicos do E. S. P. — Theodoro Knecht — Boletim 27 — I.G.G.
As minas do Brasil e sua Legislação — J. P. Calogeras — Imprensa Nacional vol. 1
Areias monaziticas e ilmeníticas — Edgard Frias Rocha Mineração e Metalurgia —
Vol. IV n.º 19
Areias Ilmeníticas no Brasil — José Miranda — Mineração e Metalurgia — Vol.
VII n.º 40
Areias Ilmeníticas — Theodoro Knecht — O I.G.G. — Vol. II. n.º 4.
Relatório sobre Ilmenita na Ilha São Sebastião — Do autor.
Relatório sobre Ilmenita em Caraguatatuba — Do autor.